

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-176930
(43)Date of publication of application : 24.06.1994

(51)Int.Cl. H01F 21/08
G11B 5/127

(21)Application number : 04-322123 (71)Applicant : RES DEV CORP OF JAPAN
(22)Date of filing : 01.12.1992 (72)Inventor : MORI KANEO

(54) MAGNETIC INDUCTANCE ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase the sensitivity of a magnetic inductance element by annealing it with d.c. or current that varies timewise being allowed to flow in a magnetic wire of the element.

CONSTITUTION: In a magnetic inductance element wherein voltage to hourly variation of a circumferential magnetic flux that is generated by applying current that varies timewise to a magnetic wire is varied by means of an external applied magnetic field, the magnetic inductance element is annealed with d.c. or current that varies timewise being allowed to flow in the magnetic wire. This is a magnetic inductance element that is annealed with current being allowed to flow in a magnetic wire having a negative magnetic strain or/and with tension being applied. This is a magnetic inductance element whose magnetic wire has a needle-like end. And, this is a magnetic inductance element combined with a magnetic field gathering body of high magnetic permeability. By this, a very sensitive magnetic inductance element can be obtained. By using this element, a very sensitive and small-size magnetic sensor or magnetic switch hybrid IC can be obtained.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.01.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3272423

[Date of registration] 25.01.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The magnetic inductance component characterized by coming to anneal in the magnetic inductance component characterized by changing the electrical potential difference to time amount change of the periphery magnetic flux produced by impressing the current which changes in time to a magnetic line by the external impression field where a direct current or the current which changes in time is energized on a magnetic line.

[Claim 2] The magnetic inductance component which it comes to anneal where energization of a current or/and impression of tension are given to a magnetic line with negative magnetostriction in the magnetic inductance component of claim 1.

[Claim 3] The magnetic inductance component whose tip of a magnetic line is a needlelike configuration in the magnetic inductance component of claim 1 or claim 2.

[Claim 4] The magnetic inductance component which it comes to combine with the collection magnetic body of high permeability in claim 1 thru/or the magnetic inductance component of 3.

[Claim 5] The magnetic inductance component with which bias is impressed and change of the inductance to change of an external magnetic field indicates a direct proportion property to be in claim 1 thru/or the magnetic inductance component of 4.

[Claim 6] The field sensor which makes output voltage the difference of the recovery electrical potential difference in two magnetic inductance components of claim 5.

[Claim 7] The field sensor characterized by amplifying output voltage and carrying out negative feedback as a field in the field sensor of claim 6.

[Claim 8] The magnetic switch hybrid IC device which makes it come to join claim 1 thru/or the magnetic inductance component and hysteresis comparator of 5 together.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to a magnetic inductance component. This invention relates to a magnetic inductance component useful as the magnetic head used for the rotary encoder of an audio tape recorder, a video tape recorder, a computer, and a measurement control equipment, the magnetic scale of a numerical-control device, etc. in more detail.

[0002]

[Description of the Prior Art] Small high performance-ization of an AV equipment, a computer, a measurement control equipment, a numerical-control device, etc. is progressing quickly with development of a microelectronic technology. If it sees especially about a computer related equipment about the floppy disk which it is remarkable, for example, is a storage, from the 5 inches thing, a miniaturization is going to progress further and, now, the 2.8 inch time is going to come. [0003] However, although it is necessary to miniaturize the magnetic head which is that core in order to miniaturize each of these devices, about the miniaturization of this magnetic head, it is not necessarily easy and there is a factor which bars this. One factor is the problem of the magnitude of the magnetic head itself. That is, in the conventional magnetic head, since the coil of a coil is required, I hear that the magnetic head itself will be enlarged inevitably, and there is. Another is the problem of detection sensitivity. I hear that the relative velocity of the magnetic head and a storage will fall, a detection rate will become small if miniaturized, therefore detection sensitivity will fall remarkably, and it is.

[0004] Then, by the conventional magnetic head, since detection electrical potential differences run short, the motion which uses as a head the magnetic resistance element (MR component) which detects not time amount change but the magnetic flux itself of magnetic flux has recently come to be seen. Thereby, the miniaturization has been pushed further. But, a current magnetic resistance element has the rate of change of electric resistance very as small as a maximum of 6% or less, and an external magnetic field required to produce several% of magnetic-reluctance change is as large as 50 gauss or more. Therefore, magnetic-reluctance sensibility is the low sensibility below 0.05%/G, and, for this reason, its signal-to-noise ratio (S/N ratio) is also very bad.

[0005] Therefore, it is necessary to make a magnetic resistance element approach a magnetization object enough, and to use it for example, there is no about dozens of microns gap margin in rotary encoders, such as a spindle motor, and the condition of being easy to produce failure that a motor stops also by invasion of fine dust is induced. Although it is found out when the phenomenon called giant magneto-resistance recently uses a magnetic artificial grid to such a magnetic resistance element, as a matter of fact, a hundreds of gauss big field is required in this case to obtain dozens of% of electric resistance change, there is also a problem of a hysteresis further, and this technique has not turned to the product which points to a miniaturization.

[0006] This artificer has already proposed the new component which conquered the fault of such a conventional magnetic resistance element or the component using the huge resistance effectiveness. If the current which generally changes to lead wire with magnetism in time [alternating current etc.] is passed, in the both ends of lead wire, the sum of two kinds of electrical potential differences will appear. They are an electrical potential difference by the product of the electric resistance of lead wire, and a current, and an electrical potential difference by time amount change of periphery magnetic flux. Usually, since the latter electrical potential difference was very small, this electrical

potential difference was hardly used in engineering to current.

[0007] Then, this new component is a magnetic inductance component which makes it the fundamental principle to detect only the electrical potential difference to time amount change of the periphery magnetic flux produced by impressing the current which changes in time to a magnetic line as change by the external impression field. This magnetic inductance component consists of an electric resistance circuit which takes out only the electrical potential difference to time amount change of the periphery magnetic flux of a magnetic line and its magnetic line. Drawing 1 shows the example of the magnetic inductance component. As a magnetic line in the circuit of this drawing 1, as shown in drawing 2, what bent the zero magnetostriction amorphous thin line which consists of FeCoSiB etc. can also be used.

[0008] It is an inductance part electrical potential difference (eL) by impressing the current (Iw) which changes in time [alternating current etc.] to a magnetic line by the circuit of such a magnetic inductance component, and offsetting the electrical potential difference by part for the electric resistance. It can obtain. It is eL by impressing the general direct-current field and alternating current field which are generated with the means of a permanent magnet or others from the outside to the magnetic line of this magnetic inductance component, for example. Amplitude [0009]
| eL |

[0010] It ***** and an external impression field can be detected. this magnetic inductance component — setting — as for example, a magnetic line — FeCoSiB from — becoming as-cast External magnetic field H1 impressed on a magnetic line in parallel using the zero magnetostriction a-wire the die length of a wire is changed — making — each inductance part electrical potential difference eL. Amplitude [0011]
| eL |

[0012] When it measures, it comes to be shown in drawing 3. It sets to this drawing 3 and, for (a), the die length of a wire is [30mm and (b) / 10mm and (c) / 5mm and (d)] ** [0013] about the magnetic inductance component whose die length of a wire the die length of a wire is 2mm for the length of a wire.
| eL |

[0014] It measures. For example, as shown in drawing 3 (a), with a-wire of 30mm length, it is H1. About 1 (Oe) [0015] which can be set
| eL |

[0016] ** and H1 0 (Oe) [0017] which can be set
| eL |

[0018] It is alike, and it receives and is decreasing about 50%. It is [as opposed to / at this time / the die-length direction of a wire] H2 of a perpendicular direction. It is [0019] when it impresses.
| eL |

[0020] ***** change is not carried out. That is, the magnetic inductance component has strong directivity, and since only a detecting-signal-ed field is detected alternatively, a S/N ratio becomes remarkably high. However, it has turned out that what should be improved exists also in this magnetic inductance component by examination of the artificer of this subsequent invention.

[0021] One of them is offering the magnetic inductance component which offer of the small magnetic head is further desired by high sensitivity and high stability, therefore has higher magnetic-reluctance sensibility and higher temperature stability. Furthermore, since spacing of magnetization is narrowed to about 100 micrometers recently in the multi-electrode magnetization ring magnet used for the rotation position sensor (rotary encoder) of the spindle motor for hard disk drives of magnetic recording etc., if the diameter or the diameter of a tip of a magnetic line of a magnetic inductance component is not several 10 micrometers or less, it cannot detect surface magnetic flux from a magnetic pole with sufficient sensibility, for example. For this reason, sensibility was not enough when the conventional magnetic inductance component was used for the multi-electrode magnetization ring magnet.

[0022] This invention is made in view of the situation as above, raises the sensibility of the

conventional magnetic inductance component remarkably, and aims at offering the improved magnetic inductance component.

[0023]

[Means for Solving the Problem] This invention the electrical potential difference to time amount change of the periphery magnetic flux produced by impressing the current which changes in time to a magnetic line as above-mentioned The means for solving a technical problem In the magnetic inductance component characterized by making it change with external impression fields, the magnetic inductance component characterized by coming to anneal where a direct current or the current which changes in time is energized on a magnetic line is offered. Furthermore, the magnetic inductance component characterized by performing annealing where energization of a current or/and impression of tension are given to a magnetic line with negative magnetostriction, the magnetic inductance component characterized by the tip of a magnetic line being a needlelike configuration, and the magnetic inductance component characterized by combining with the collection magnetic body of high permeability are also offered.

[0024] Furthermore, in this invention, the bias field of hard flow is mutually impressed to each component using two magnetic inductance components, and it is ** [0025].

| e1 |

[0026] The field sensor which considers **** as an output and which was excellent in linearity can also be constituted. Drawing 4 is a graph which shows the output of the field sensor. this ***** — a direct-current bias field — the recovery electrical potential difference of Hb and the inductance part electrical potential differences eL1 and eL2 of the both ends of each wire — the difference electrical potential difference of e'L1, e'L2, and its recovery electrical potential difference — E0 ** — it is carrying out. that is, it is shown in this drawing 4 — as — an external magnetic field Hex —Hb

<Hex>Hb the range — e'L1=F(Hex)=aHex+bHex2+cHex3+... the time — e'L — 2=-F(-Hex)=aHex-bHex2+cHex3-... since it becomes — E0 =e'L — it becomes 1+e'L2=2aHex+2cHex3 ...

[0027] Here, since a multiplier c is small enough compared with a, a field sensor with sufficient linearity will be obtained well as E0 = 2aHex consequently. Furthermore, this magnetic inductance component is used in this invention, and it is E0 further. It amplifies, and the current proportional to a magnification electrical potential difference may be energized to the feedback winding of two a-wires, negative feedback may be performed, and the head section may constitute the eternal field sensor of field detection sensitivity also for the deer which linearity is remarkable and was excellent to a temperature change.

[0028] Furthermore, in this invention, a magnetic inductance component and a hysteresis comparator may be combined and the magnetic switch hybrid IC device of the high sensitivity to an external magnetic field may be constituted. An example is shown below and this invention is explained in more detail.

[0029]

[Example]

an example 1 — where a direct current or the current which changes in time is energized on the magnetic line of a magnetic inductance component, annealing was actually performed. As shown in above-mentioned drawing 2, the magnetic line of the magnetic inductance component which the circuit of the used magnetic inductance component is a thing as shown in above-mentioned drawing 1, and was used turns up the 72.5(Fe0.06Co0.94) Si12.5B15 (magnetostriction $\lambda = -10^{-7}$) as-cast a-wire of the diameter of 125 micrometer, and 10mm length, and brings two terminals together in one side. Sinusoidal current (30mA and 10kHz) is impressed to the both ends of this wire, the external direct-current field H is further impressed to a wire at a perpendicular and parallel, that value is changed, and it is the inductance part electrical potential difference eL of the electrical potential difference between both-ends children. Amplitude [0030]

| e1 |

[0031] It measured. As a result, drawing 5 is and is [0032] at the time of H= 0.

| e1 |

[0033] [0034]

| e1 |

[0035] It carries out and is ** [0036].
| e_L |

[0037] [0038]
| e_{L0} |

[0039] It is [H₁ and] the case where it impresses perpendicularly, about the case where expressed with the ** ratio and H is impressed in parallel to a wire H₂ It is carrying out. When H is impressed in parallel with a wire as shown in this drawing 5 for example, it is [0040] at the time of H₁ =400 A/m.
| e_L | / | e_{L0} |

[0041] It was ** 0.5. Where the direct current voltage I_{an} of 50mA is energized on this a-wire, in an electric furnace, 300 degrees C, a-wire is heated for 10 minutes and taken out outside a furnace, and it cools at a room temperature, and is [0042] similarly after that.
| e_L |

[0043] When it measures, it is H₁=400 A/m. It solves and is [0044].
| e_L | / | e_{L0} |

[0045] It became ** 0.3. Similarly, it sets to H₁ =200 A/m and is [0046] before annealing.
| e_L | / | e_{L0} |

[0047] After annealing, it was set to 0.5 to being ** 0.9. As mentioned above, the magnetic inductance effectiveness improved remarkably by annealing. Moreover, in the magnetic inductance component which uses a-wire with negative magnetostriction by the shape of a straight line, an external magnetic field H is changed similarly, and it is [0048].
| e_L |

[0049] It measured. Consequently, the magnetic inductance effectiveness was able to be remarkably raised by annealing in the condition of having energized I_{an} on the CO72.5 Si12.5 B15 as-cast wire, having impressed 100 morekg /of tension of 2 mm, and having made the easy direction of magnetization guiding to a wire circumferencial direction. Drawing 6 (a), (b), and (c) are 50 micrometers. It is the case where impressed 100 morekg /of tension of 2 to the magnetostriction $\lambda_{100} = -10 - 7a$ -wire by which wire-drawing processing was carried out mm, and 400 degrees C and heat-treatment for 1 minute are performed to a path.

[0050]
| e_L | - Hex (=H₁)

[0051] The property (magnetic inductance property) became high sensitivity remarkably, and even if it changed wire length to 30mm - 2mm, the same property was shown mostly. Temperature stability also improved remarkably.

an example 2 — the magnetic inductance component actually used for the rotation position sensor (rotary encoder) of the capstan motor for hard disk drives of magnetic recording etc. — manufacturing — this magnetic inductance component — using — e_L. The wave was measured.

[0052] The manufactured magnetic inductance component carries out needlelike processing of the tip of the FeCoSiB a-wire of the diameter of 50 micrometer, and 10mm length with chemical polishing to the magnetization ring-like plastic magnet of diameter of 30mm 512 pole. Drawing 7 is the e_L. It is a wave-like result. The monograph affair is the same as that of the case of an example 1. This drawing shows that a very clear pulse shape is obtained.

[0053] On the other hand, the magnetic inductance component which does not process a tip is used, and it is e_L at the same conditions. Although the wave was detected, pulse shape with the clear detection wave was not obtained. Moreover, as a result of making the ferrite magnetic-head core for the diameter hard disks of 3.5 inch (a tip gap is 10 micrometers) into **** York, attaching in a core pars basilaris ossis occipitalis the FeCoSiB a-wire of the diameter of 100 micrometer and 3mm length which do not process a tip and detecting the magnetic flux of a digital audio micro cassette magnetic tape, the clear pulse-like wave was acquired.

EO-Hex at the time of juxtaposing two as-cast FeCoSiB a-wires of 315mm length of examples, energizing an alternating current (100kHz and 30mA) respectively, and impressing $H_b=1(Oe)$ by the coil and the direct current. The property was investigated. Supplying Hex with the sufficiently long solenoid coil, the frequency was 1Hz. As a result, drawing 8 is. The magnetometric sensor which was very excellent in linearity was obtained from this result.

50 micrometers of 42mm length of examples eL of a-wire (FeCoSiB) heated under the tension of a path It hybrid-IC-ized combining the hysteresis comparator IC chip. Output voltage jumped at the threshold value of an external magnetic field, and it increased, and became the field switch IC of high sensitivity stably and remarkably.

[0054]

[Effect of the Invention] The improved very highly sensitive magnetic inductance component is offered by this invention as explained in detail above. By furthermore using this inductance component, a field sensor with it and a magnetic switch hybrid IC are offered. [it is highly sensitive and very, small]

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the schematic diagram having shown the conventional magnetic inductance component.

[Drawing 2] It is the top view having shown the magnetic line of the conventional magnetic inductance component.

[Drawing 3] (a), (b), (c), and (d) are the wave form charts having shown respectively the wave of the magnetic inductance which used the conventional magnetic inductance component.

[Drawing 4] It is the wave form chart showing the output wave of this invention.

[Drawing 5] As an example of this invention, it is the magnetic-field-strength correlation diagram having shown the result of a magnetic inductance property.

[Drawing 6] (a), (b), and (c) are the magnetic-field-strength correlation diagrams having shown the result of a magnetic inductance property as an example of this invention respectively.

[Drawing 7] As an example of this invention, it is the wave form chart showing an output wave.

[Drawing 8] As an example of this invention, it is the wave form chart showing an output wave.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

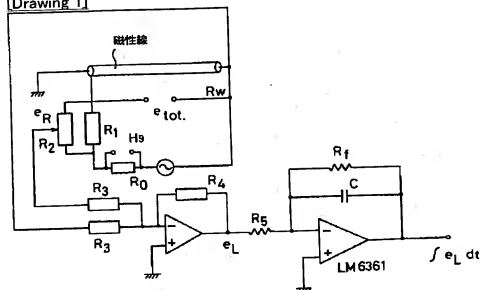
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

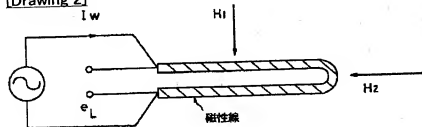
[Drawing 1]



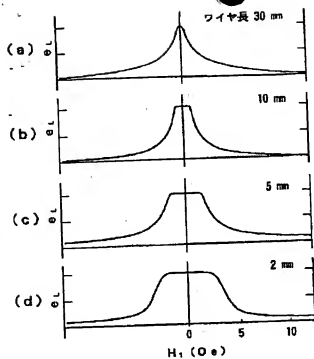
[Drawing 7]



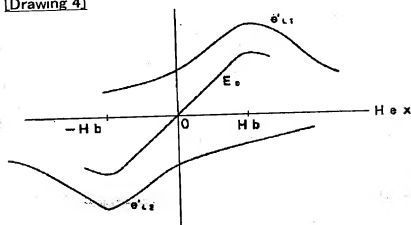
[Drawing 2]



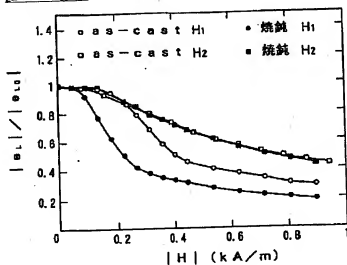
[Drawing 3]



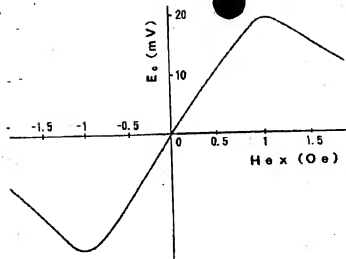
[Drawing 4]



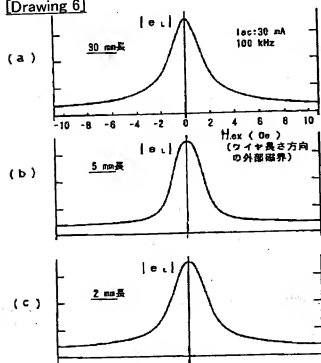
[Drawing 5]



[Drawing 8]



[Drawing 6]



[Translation done.]

(51)Int.Cl.⁴

H 01 F 21/08

G 11 B 5/127

識別記号

庁内整理番号

7135-5E

7303-5D

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数8(全7頁)

(21)出願番号

特願平4-322123

(22)出願日

平成4年(1992)12月1日

(71)出願人 390014535

新技術事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(72)発明者

毛利 佳年雄

愛知県名古屋市中天白区天白町大字島田黒石

3911-3

(74)代理人

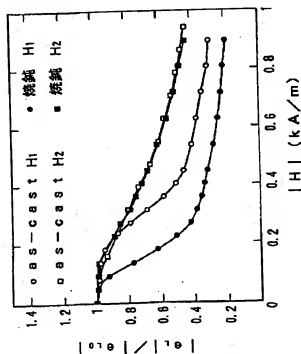
弁理士 西澤 利夫

(54)【発明の名称】 磁気インダクタンス素子

(57)【要約】

【構成】 磁気インダクタンス素子の磁性線に、直流または時間的に変化する電流を通電した状態で、焼鈍を行なう。

【効果】 非常に感度のよい改良された磁気インダクタンス素子が提供される。さらにこのインダクタンス素子を用いて、非常に感度がよく小型の磁界センサや磁気スイッチハイブリッドICが提供される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 時間的に変化する電流を磁性線に印加することによって生じる円周磁束の時間変化に対する電圧を、外部印加磁界によって変化させることを特徴とする磁気インダクタンス素子において、磁性線に直流または時間的に変化する電流を通電した状態で、焼鈍してなることを特徴とする磁気インダクタンス素子。

【請求項2】 請求項1の磁気インダクタンス素子において、負磁歪をもつ磁性線に対して電流の通電、または、および、張力の印加を施した状態で、焼鈍してなる磁気インダクタンス素子。

【請求項3】 請求項1または請求項2の磁気インダクタンス素子において、磁性線の先端が針状形状である磁気インダクタンス素子。

【請求項4】 請求項1ないし3の磁気インダクタンス素子において、高透磁率集磁体と組み合わせてなる磁気インダクタンス素子。

【請求項5】 請求項1ないし4の磁気インダクタンス素子において、バイアスを印加され外部磁界の変化に対するインダクタンスの変化が正比例特性を示す磁気インダクタンス素子。

【請求項6】 請求項5の2個の磁気インダクタンス素子において、その復調電圧の差を出力電圧とする磁界センサ。

【請求項7】 請求項6の磁界センサにおいて、出力電圧を増幅し磁界として負帰還させることを特徴とする磁界センサ。

【請求項8】 請求項1ないし5の磁気インダクタンス素子とヒステリシスコンパレータとを結合させてなる磁気スイッチハイブリッドICデバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、磁気インダクタンス素子に関するものである。さらに詳しくは、この発明は、オーディオテープレコーダ、ビデオテープレコーダ、コンピュータ、計測制御機器のロータリエンコーダ、数値制御機器の磁気スケール等に用いられる磁気ヘッド等として有用な磁気インダクタンス素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術とその課題】 マイクロエレクトロニクス技術の発展にともなう、AV機器、コンピュータ、計測制御機器、数値制御機器等の小型高性能化が急速に進んでいる。特にコンピュータ関連機器に関しては、それが顕著であり、たとえば、記憶媒体であるフロッピーディスクについてみると、5インチのものから、さらに小型化が進み、今や2.8インチ時代を迎えようとしている。

【0003】 しかしながら、これらの各機器を小型化するには、その心臓部である磁気ヘッドを小型化する必要

があるが、この磁気ヘッドの小型化に関しては必ずしも容易ではなく、これを妨げる要因がある。ひとつの要因は、磁気ヘッド自体の大きさの問題である。つまり、従来の磁気ヘッドではコイルの巻線が必要であるため、磁気ヘッド自体がどうしても大型化してしまうということである。もうひとつは、検出感度の問題である。小型化されると磁気ヘッドと記憶媒体の相対速度が低下して検出速度が小さくなり、したがって、検出感度が著しく低下してしまうということである。

【0004】 そこで、最近になって、従来の磁気ヘッドでは検出電圧が不足してくるため、磁束の時間変化でなく磁束そのものを検出する磁気抵抗素子(MR素子)をヘッドとして使用する動きが見られるようになってきた。これにより、小型化が一層押し進められてきた。だが、現在の磁気抵抗素子は電気抵抗の変化率が最大6%以下と非常に小さく、また、数%の磁気抵抗変化を生じさせるのに必要な外部磁界は、50ガウス以上と大きい。従って、磁気抵抗感度は、0.05%/G以下の低感度であり、このため信号対雑音比(S/N比)も非常に悪い。

【0005】 したがって、磁気抵抗素子は着磁体に十分近接させて用いる必要があり、たとえば、スピンドルモータなどのロータリエンコーダにおいては、ギャップマージンが数十ミクロン程度しかなく、細かいゴミの侵入によってもモータが停止するといった故障が生じ易い状態を生んでいる。このような磁気抵抗素子に対し、最近になって、巨大磁気抵抗効果とよばれる現象が磁性人工格子を用いる場合に見出されているのが、この場合には、実際のところ、数十%の電気抵抗変化を得るのに数百ガウスの大きな磁界が必要であり、さらに、ヒステリシスの問題もあり、小型化を指向する製品にはこの技術は向いていない。

【0006】 このような従来の磁性抵抗素子や巨大抵抗効果を用いた素子の欠点を克服した新しい素子をこの発明者はすでに提案している。一般的に、磁性を持つ導線に交流電流などの時間的に変化する電流を流すと、導線の両端には二種類の電圧の和が現われる。それらは導線の電気抵抗と電流との積による電圧と、円周磁束の時間変化による電圧である。通常後者の電圧は非常に小さいので、この電圧を利用することは、現在まで工学的にはとどまなかった。

【0007】 そこで、この新しい素子は、時間的に変化する電流を磁性線に印加することによって生じる円周磁束の時間変化に対する電圧のみを、外部印加磁界による変化として検出することを基本的な原理としている磁気インダクタンス素子である。この磁気インダクタンス素子は、磁性線と、その磁性線の円周磁束の時間変化に対する電圧のみを取出す電気抵抗回路とからなる。図1はその磁気インダクタンス素子の例を示したものである。この図1の回路内の磁性線として、図2に示すように、

3

FeCoSiB等からなる零磁歪アモルファス細線等を折り曲げたものを用いることもできる。

【0008】このような磁気インダクタンス素子の回路により、磁性線に交流電流などの時間的に変化する電流(Iw)を印加しその電気抵抗分による電圧を相殺することでインダクタンス分電圧(eL)を得ることができる。この磁気インダクタンス素子の磁性線に、外部から、たとえば、永久磁石やその他の手段で発生される一般的な直流磁界や交流磁界を印加することによって、eLの振幅

【0009】

$$|e_L|$$

【0010】が減少し、外部印加磁界を検知することができる。この磁気インダクタンス素子において、たとえば、磁性線としてFeCoSiBからなるas-castの零磁歪a-ワイヤを用い、磁性線に平行方向に印加した外部磁界H1と、ワイヤの長さを変化させて、各インダクタンス分電圧eLの振幅

【0011】

$$|e_L|$$

【0012】を測定すると、図3に示すようになる。この図3において、(a)はワイヤの長さが30mm、(b)はワイヤの長さが10mm、(c)はワイヤの長さが5mm、(d)はワイヤの長さが2mmの磁気インダクタンス素子について、各

【0013】

$$|e_L|$$

【0014】を測定したものである。たとえば、図3(a)に示したように、30mm長のa-ワイヤではH1が約1(Oe)における

【0015】

$$|e_L|$$

【0016】は、H1が0(Oe)における

【0017】

$$|e_{L0}|$$

【0018】に対して、約50%減少している。このとき、ワイヤの長さ方向に対して垂直方向のH2を印加すると

【0019】

$$|e_L|$$

【0020】はほとんど変化しない。すなわち、磁気インダクタンス素子は強い指向性を持っており、被検出信号磁界のみを選択的に検出するのでS/N比は著しく高くなる。しかしながら、その後のこの発明の発明者の検討により、この磁気インダクタンス素子にも、改善すべきことが存在することがわかってきた。

【0021】そのひとつは、さらに高感度・高安定で小型の磁気ヘッドの提供が望まれており、そのために、より高い磁気抵抗感度とより高い温度安定性を有する磁気インダクタンス素子を提供することである。さらに、た

4

たとえば、磁気記録のハードディスクドライブ用スピンドルモータの回転位置センサー(ロータリエンコーダ)などに用いられる多極着磁リング磁石においては、最近着磁の間隔が100μm程度まで狭められているため、磁気インダクタンス素子の磁性線の直径ないしは、先端径は数10μm以下でなければ、磁極からの表面磁束を感度よく検出することができない。このため、従来の磁気インダクタンス素子を多極着磁リング磁石に用いると、感度が十分ではなかった。

【0022】この発明は、以上の通りの事情に鑑みてなされたものであり、従来の磁気インダクタンス素子の感度を著しく向上させ、改良された磁気インダクタンス素子を提供することを目的としている。

【0023】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記の課題を解決するための手段として、時間的に変化する電流を磁性線に印加することによって生じる円周磁束の時間変化に対する電圧を、外部印加磁界によって変化させることを特徴とする磁気インダクタンス素子において、磁性線に直流または時間的に変化する電流を通電した状態で、焼鈍してなることを特徴とする磁気インダクタンス素子を提供する。さらに、負磁歪をもつ磁性線に対して電流の通電、または/および、張力の印加を施した状態で、焼鈍を行なうことを特徴とする磁気インダクタンス素子、磁性線の先端が針状形状であることを特徴とする磁気インダクタンス素子、高透磁率集磁体と組み合わせることを特徴とする磁気インダクタンス素子をも提供する。

【0024】さらに、この発明においては、2個の磁気インダクタンス素子を用い、各素子に互いに逆方向のバイアス磁界を印加して、各

【0025】

$$|e_L|$$

【0026】の差を出力とする、直線性の優れた磁界センサを構成することもできる。図4はその磁界センサの出力を示すグラフである。この図において、直流バイアス磁界をHb、各々のワイヤの両端のインダクタンス分電圧eL1、eL2の復調電圧をe'1、e'2、その復調電圧の差電圧をE0としている。すなわち、この図4に示すように、外部磁界Hexが一Hb<Hex<Hbの範囲で

は、
$$e'_1 = F(H_{\text{Hex}}) = aH_{\text{Hex}} + bH_{\text{Hex}}^2 + cH_{\text{Hex}}^3 + \dots$$
のとき、
$$e'_2 = -F(-H_{\text{Hex}}) = aH_{\text{Hex}} - bH_{\text{Hex}}^2 + cH_{\text{Hex}}^3 - \dots$$
となるので、
$$E_0 = e'_1 + e'_2 = 2aH_{\text{Hex}} + 2cH_{\text{Hex}}^3 \dots$$
となる。

【0027】ここで、係数cはaにくらべて十分小さいので、E0=2aHHexとしてよく、その結果、直線性のよい磁界センサが得られることとなる。さらに、この発明

50

においては、この磁気インダクタンス素子を用いて、さらに、 E_0 を増幅し、増幅電圧に比例した電流を2本のa-ワイヤの端選巻線に通電して負帰還を施し、直線性の著しく優れたしかもヘッド部が温度変化に対して磁界検出感度の不安な磁界センサを構成してもよい。

【0028】さらに、この発明においては、磁気インダクタンス素子とヒステリシスコンパレータとを結合させ、外部磁界に対する高感度の磁気スイッチハイブリッドICデバイスを構成してもよい。以下実施例を示しさらに詳しくこの発明について説明する。

【0029】

【実施例】

実施例1

実際に、磁気インダクタンス素子の磁性線に直流または時間的に変化する電流を通電した状態で、焼鈍を行なった。用いた磁気インダクタンス素子の回路は、前述の図1に示した通りのものであり、また、用いた磁気インダクタンス素子の磁性線は、前述の図2に示したように、 $1.25\mu\text{m}$ 径、 1.0mm 長の $(\text{Fe}_0.06\text{Co}_0.94)72.5\text{Si}12.5\text{B}15$ (磁歪 $\lambda=-10^{-7}$) as-cast a-ワイヤを折り返して2端子を片側に集めたものである。このワイヤの両端に30mA、10KHzの正弦波電流を印加し、さらに、外部直流磁界Hをワイヤに垂直に印加し、その値を変化させ、両端子間電圧のインダクタンス分電圧 e_L の振幅

【0030】

$$|e_L|$$

【0031】を測定した。図5はその結果であり、 $H=0$ の時の

【0032】

$$|e_L|$$

【0033】を

【0034】

$$|e_{L0}|$$

【0035】として、各

【0036】

$$|e_L|$$

【0037】を

【0038】

$$|e_{L0}|$$

【0039】の比で表わし、また、Hをワイヤに対して平行に印加した場合を $H1$ 、垂直に印加した場合を $H2$ としている。この図5に示したように、たとえば、Hをワイヤに平行に印加した場合、 $H1=400\text{A/m}$ のとき、

【0040】

$$|e_L|/|e_{L0}|$$

【0041】は0.5であった。このa-ワイヤに50mAの直流電流 I_{an} を通電した状態で、a-ワイヤを電気炉中で300℃、10分間加熱し、炉外に取り出して室温で冷却し、その後同様に、

【0042】

$$|e_L|$$

【0043】を測定すると、 $H1=400\text{A/m}$ のとき、

【0044】

$$|e_L|/|e_{L0}|$$

【0045】は0.3となった。同様に、たとえば、 $H1=200\text{A/m}$ においては、焼鈍前では、

【0046】

$$|e_L|/|e_{L0}|$$

【0047】が0.9であるのに対して、焼鈍後は、0.5となった。以上のように、焼鈍によって、磁気インダクタンス効果が著しく向上した。また、負磁歪をもつa-ワイヤを直線状に使用する磁気インダクタンス素子においても、同様に、外部磁界Hを変化させて、

【0048】

$$|e_L|$$

【0049】を測定した。その結果、 $\text{Co}_{72.5}\text{Si}_{12.5}\text{B}_{15}$ as-castワイヤに I_{an} を通電しさらに 100kg/mm^2 の張力を印加してワイヤ円周方向に磁化容易方向を誘導させた状態で焼鈍することによって磁気インダクタンス効果を著しく向上させることができた。図6(a)

(b)(c)は50 μm 径に線引加工された磁歪 $\lambda=-10^{-7}$ a-ワイヤにさらに 100kg/mm^2 の張力を印加して400℃、1分間の加熱処理を施した場合である。

【0050】

$$|e_L| - H_{\text{ex}} (=H_1)$$

【0051】特性(磁気インダクタンス特性)は著しく高感度になり、ワイヤ長を30mm \sim 2mmに変化させてもほぼ同一特性を示した。温度安定性も著しく向上した。

実施例2

実際に、磁気記録のハードディスクドライブ用キャブスタンモータの回転位置センサー(ロータリエンコーダ)などに用いる磁気インダクタンス素子を製造し、この磁気インダクタンス素子を用いて、 e_L 波形を測定した。

【0052】その製造した磁気インダクタンス素子は、30mm径512極の着磁リング状プラスチック磁石に対して、50 μm 径、10mm長の FeCoSiB a-ワイヤの先端を化学研磨で針状加工したものである。図7はその e_L 波形の結果である。各条件は実施例1の場合と同様である。この図から非常に明確なパルス波形が得られることがわかる。

【0053】一方、先端を加工しない磁気インダクタンス素子を用いて、同じ条件で e_L 波形を検出したが、その検出波形は明確なパルス波形が得られなかった。また、3.5インチ径ハードディスク用フェライト磁気ヘッド磁心(先端ギャップは10 μm)を集磁ヨークとし、先端を加工しない100 μm 径、3mm長の FeCoSiB a-ワイヤを磁心底部に取り付けて、デジタルオーディオマイクロセisset磁気テープの磁束を検出した結果、明確なパルス状波形が得られた。

実施例3

15mm長のas-cast FeCoSiB a-ワイヤを2本並置し、各々100kHz、30mAの交流を通电して、 $H_b=1$ (0e) をコイルおよび直流電流で印加した場合のEo-Hex 特性を調べた。Hexは十分長いソレノイドコイルにより供給し、その周波数は1Hzであった。図8はその結果である。この結果から、非常に直線性に優れた磁気センサが得られた。

実施例4

2mm長50 μ m 径の張力下加熱したa-ワイヤ (FeCoSiB) のet をヒステリシスコンバータICチップと組み合わせてハイブリッドIC化した。外部磁界の限界値で出力電圧は跳躍して増加し、安定で著しく高感度の磁界スイッチICとなった。

【0054】

【発明の効果】以上詳しく説明した通り、この発明により、非常に感度のよい改良された磁気インダクタンス素子が提供される。さらにこのインダクタンス素子を用いることによって、非常に感度がよく小型の磁界センサや

磁気スイッチハイブリッドICが提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の磁気インダクタンス素子を示した概略図である。

【図2】従来の磁気インダクタンス素子の磁性線を示した平面図である。

【図3】(a) (b) (c) (d) は、各々、従来の磁気インダクタンス素子を用いた磁気インダクタンスの波形を示した波形図である。

【図4】この発明の出力波形を示す波形図である。

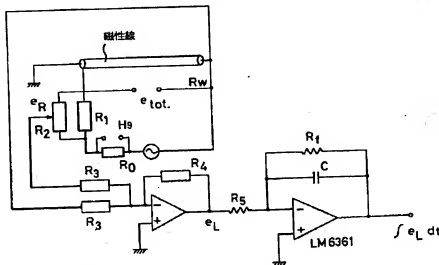
【図5】この発明の実施例として、磁気インダクタンス特性の結果を示した磁界強度相関図である。

【図6】(a) (b) (c) は、各々、この発明の実施例として、磁気インダクタンス特性の結果を示した磁界強度相関図である。

【図7】この発明の実施例として、出力波形を示す波形図である。

【図8】この発明の実施例として、出力波形を示す波形図である。

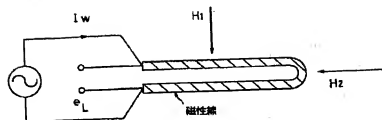
【図1】



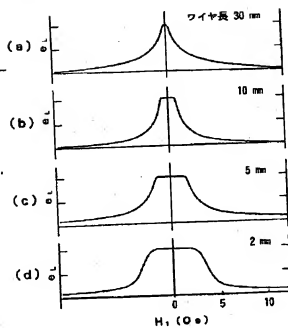
【図7】



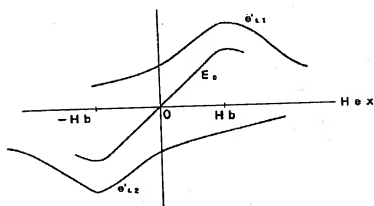
【図2】



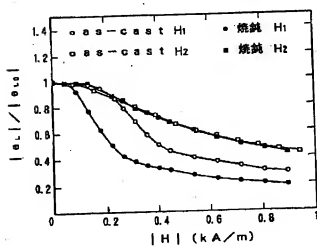
【図3】



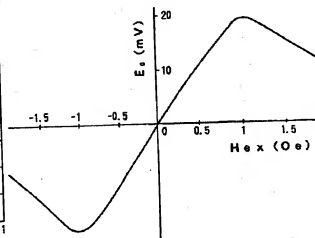
【図4】



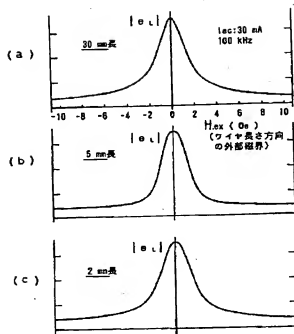
【図5】



【図8】



【図6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.